

10/544095

Rec'd PCT/PTO 01 AUG 2005



*Handwritten signature*

REC'D 06 FEB 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 05 379.4  
**Anmeldetag:** 10. Februar 2003  
**Anmelder/Inhaber:** EPCOS AG,  
81669 München/DE  
**Bezeichnung:** Frontendschaltung  
**IPC:** H 04 B, H 01 P

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 15. Januar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

*Handwritten signature*

Wallner

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**

## Beschreibung

### Frontendschaltung

5

Die Erfindung betrifft eine Frontendschaltung für verschiedene Mobilfunk-Systeme mit voneinander unterschiedlichen Frequenzbändern.

- 10 Die Trennung der Frequenzbänder in einem Frontend-Modul der mobilen Kommunikation kann beispielsweise mittels Schaltdioden erfolgen, was eine aufwendige und kostspielige Lösung darstellt.
- 15 Zur Trennung verschiedener Frequenzbänder in einem Bauelement mit einem gemeinsamen Antennenanschluß kann auch eine Frequenzweiche (oder Diplexer) genutzt werden, die aus passiven Schaltungselementen besteht. Ein Diplexer ist meist im Empfangspfad zwischen einer Antenne und mehreren
- 20 Empfängern geschaltet, wobei pro Frequenzband vorzugsweise ein Empfänger vorgesehen ist. Die Trennung zweier Frequenzbänder in einem Bauelement mit einem gemeinsamen Antennenanschluß kann beispielsweise durch Anordnung eines Tiefpaßfilters in einem ersten Signalpfad und eines
- 25 Hochpaßfilters in einem zweiten, parallel dazu angeordneten Signalpfad erfolgen. In jedem Signalpfad der so gebildeten Frequenzweiche wird ein Empfangskreis mit einem Bandpaßfilter nachgeschaltet, wobei das Bandpaßfilters an die Frequenzweiche oft mit einem Anpassungsnetzwerk angepaßt
- 30 werden muß, wobei ein großer Flächenbedarf entsteht.

Bei bekannten Bauelementen muß die Frequenzweiche eingangsseitig (im jeweiligen Signalpfad) meist mit weiteren Komponenten, z. B. mit einem Anpassungsnetzwerk verschaltet

35 werden, um eine hohe Isolation der Frequenzbänder gegeneinander zu gewährleisten. Die Elemente des

Anpassungsnetzwerks weisen allerdings ohmsche Verluste auf und nehmen meist viel Platz in Anspruch.

Aus der Druckschrift EP 0400833 B1 ist beispielsweise ein  
5 Mikrowellen-Diplexer zur Verarbeitung eines polarisierten  
Signals bekannt, der einen Wellenleiter und mehrere  
symmetrisch über dem Umfang des Wellenleiters angeordnete  
Bandpaß-Resonatoranordnungen aus Hohlleitern aufweist. Dieser  
Diplexer ist für Radar-Anwendungen bei Höchstfrequenzen  
10 anwendbar. Wegen erhöhtem Platzbedarf bei Mobilfunk-  
Frequenzen ist allerdings ein solcher Diplexer nicht für den  
Einsatz in Mobilfunk-Endgeräten geeignet.

Die bisher bekannten Frontendschaltungen, die Diplexer  
15 enthalten, zeichnen sich durch eine vergleichsweise hohe  
Einfügedämpfung des elektrischen Signals aus.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine für  
mehrere Mobilfunk-Systeme mit unterschiedlichen  
20 Frequenzbändern geeignete Frontendschaltung anzugeben, die  
eine geringe Einfügedämpfung aufweist.

Die Erfindung gibt eine Frontendschaltung für zumindest zwei  
Mobilfunk-Systeme mit voneinander unterschiedlichen  
25 Frequenzbändern an, wobei jedem Mobilfunk-System ein  
Frequenzband zugeordnet ist. Die Frontendschaltung weist  
a) einen gemeinsamen, eingangsseitig angeordneten  
Antennenanschluß,  
b) zumindest zwei mit dem Antennenanschluß elektrisch  
30 verbundene, parallel zueinander angeordnete Signalpfade, und  
c) ausgangsseitig angeordnete, für jeden Signalpfad  
individuelle elektrische Tore, die mit Nachstufen-Schaltungen  
verschaltbar sind, auf. Dabei ist jedem Signalpfad ein  
eigenes Frequenzband zugeordnet und in jedem Signalpfad ein  
35 Bandpaßfilter angeordnet. Das Bandpaßfilter enthält im  
Wesentlichen Dünnschicht-Resonatoren und ist direkt mit dem  
Antennenanschluß verbunden.

Die erfindungsgemäße Frontendschaltung weist aufgrund hoher Güte der Dünnschicht-Resonatoren eine geringe Einfügedämpfung bei einer hohen Selektion (z. B. besser als 20 dB) zwischen  
5 den Bändern auf. Erfindungsgemäß gelingt es, eine Frequenzweiche bereits durch ein Bandpaßfilter pro Signalpfad in einem einzigen Bauelement, d. h. ohne verlustbehaftete Stoßstelle und Anpassungsnetzwerk, zu realisieren und dadurch Signalverluste zu reduzieren.

10

Die Mehrschicht-Technologie, in der Dünnschicht-Resonatoren ausgeführt sind, hat gegenüber der vergleichbaren SAW-Technologie (SAW = Surface Acoustice Wave) den Vorteil, daß die Resonanzfrequenz der Resonatoren nicht durch horizontal  
15 nebeneinander angeordnete Strukturen, sondern durch die Schichtdicken, also durch den vertikalen Aufbau eines Dünnschicht-Resonators, bestimmt wird. Dabei können die Schichtdicken, die i. d. R. mehr als 10  $\mu\text{m}$  betragen, besser kontrolliert werden als die horizontalen Abmessungen der  
20 fingerartigen Elektroden der SAW-Bauelemente, die bei üblichen Mobilfunk-Frequenzen bei ca. 1  $\mu\text{m}$  liegen.

Die Dünnschicht-Resonatoren sind vorzugsweise in einer Ladder-Type- oder Lattice-Type-Anordnung miteinander  
25 verschaltet. Es kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß in zumindest einem der Signalpfade ein Balun geschaltet ist. Der Balun kann z. B. in zumindest einem der Signalpfade zwischen dem Bandpaßfilter und dem entsprechenden elektrischen Tor geschaltet sein.

30

Ein Balun kann beispielsweise auf der Basis von mehreren aufeinander gestapelten und/oder miteinander zumindest teilweise akustisch gekoppelten Dünnschicht-Resonatoren realisiert sein. Die zusammengesetzten Dünnschicht-  
35 Resonatoren können miteinander so verschaltet sein, daß sie eine Filterschaltung mit einer Balun-Funktionalität realisieren.

Neben einer integrierten Balun-Funktionalität kann die erfindungsgemäße Schaltung auch weitere Funktionen erfüllen. Insbesondere kann eine Impedanztransformation durch ein  
5 geeignetes Design realisiert werden.

Neben Dünnschicht-Resonatoren können in das erfindungsgemäße Frontendmodul weitere Elemente, z. B. Kapazitäten, Induktivitäten und Leitungen oder Leitungsabschnitte  
10 integriert werden, die vorzugsweise im gleichen Prozeßschritt wie die Dünnschicht-Resonatoren hergestellt werden. Eine kompakte Anordnung mehrerer Komponenten in einem Modul hat den Vorteil, daß die Zuleitungsverluste und/oder unerwünschte Kopplungen zwischen den Komponenten reduziert werden.

15 Eine erfindungsgemäße Frontendschaltung zeichnet sich durch eine flexible Ausgestaltung hinsichtlich ihrer Ein- bzw. Ausgangsimpedanz aus und kann an Kundenspezifikationen einfach angepaßt werden.

20 Im Unterschied zu bisher bekannten, zur Übertragung elektrischer Signale in nur eine Richtung geeigneten Multiband-Frontendschaltungen ermöglicht die erfindungsgemäße Frontendschaltung die Übertragung von sowohl Empfangs- als  
25 auch Sendesignalen in einem Signalpfad durch eine hohe Flankensteilheit der Übertragungsfunktion.

In einer vorteilhaften Variante der Erfindung werden mehrere Dünnschicht-Resonatoren enthaltende Bandpaßfilter zu einem  
30 Duplexer verschaltet, wobei der entsprechende Signalpfad einen Empfangspfad und einen Sendepfad aufweist. Dem Duplexer kann dann im Empfangspfad ein LNA (Low Noise Amplifier) und/oder im Sendepfad ein Leistungsverstärker nachgeschaltet sein, wobei die gesamte Schaltung als ein modulares  
35 Bauelement realisiert ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren 2 bis 4 zeigen ganz oder ausschnittsweise verschiedene erfindungsgemäße Frontendschaltungen.

Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild einer bekannten Frontendschaltung (a) und beispielhafte Realisierungen einer Frequenzweiche (b, c)

Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße Frontendschaltung

Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Frontendschaltung mit einem Balun

Figur 4 zeigt eine erfindungsgemäße Frontendschaltung, die zur Übertragung der Sende-/Empfangssignale in zwei Frequenzbändern geeignet ist

Figur 5 zeigt eine beispielhafte Duplexer-Sschaltung

In Figur 1a ist ein Blockschaltbild eines bekannten Frontend-Moduls DI (Frequenzweiche) mit einem Antennenanschluß  $ANT_{in}$  und zwei Ausgangstoren  $RX1_{out}$  und  $RX2_{out}$  für einen ersten und einen zweiten Signalpfad gezeigt. Figuren 1b und 1c zeigen beispielhafte aus passiven Elementen gebildete Schaltungen, die eine bekannte Frequenzweiche realisieren.

In Figur 2 sind allgemeine Merkmale der Erfindung anhand eines Blockschaltbildes eines erfindungsgemäßen Bauelements erläutert.

In Figur 2 ist eine erfindungsgemäße Frontendschaltung schematisch dargestellt. Die Frontendschaltung besteht aus zwei parallel verschalteten und direkt an eine gemeinsame Antenne anschließbaren Bandpaßfiltern F1 und F2.

Im in Figur 3 gezeigten vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist in den Signalpfaden eines Frontendmoduls jeweils ein Balun BA1, BA2 angeordnet, der vorzugsweise in gleicher Technologie wie die Bandpaßfilter F1 und F2 ausgeführt ist.

5

Figur 4 zeigt ein erfindungsgemäßes Frontendmodul, das zur Übertragung von Sende-/Empfangssignalen zweier Mobilfunksysteme, z. B. GSM 900 und GSM 1800, geeignet ist. Der Duplexer D1 ist im Signalpfad 1 angeordnet und weist die  
10 in Figur 5 gezeigten, mehrere Dünnschicht-Resonatoren enthaltenden Bandpaßfilter F1A und F1B auf.

Jeder Signalpfad 1 oder 2 ist in einen Empfangspfad RX und einen Sendepfad TX aufgeteilt, wobei die Richtung der  
15 Signalübertragung in den beiden Pfaden RX und TX entgegengesetzt ist. Das innerhalb des Duplexers D1 im Sendepfad TX angeordnete Bandpaßfilter F1A ist direkt mit dem Antennenanschluß ANT<sub>in</sub> verbunden. Das innerhalb des Duplexers D1 im Empfangspfad RX angeordnete Bandpaßfilter F1B ist an  
20 den Antennenanschluß ANT<sub>in</sub> über eine  $\lambda/4$ -Leitung angeschlossen. Der im Signalpfad 2 angeordnete zweite Duplexer D2 ist analog dazu aufgebaut, allerdings für ein anderes Frequenzband ausgelegt. Die Duplexer D1 oder D2 sind jeweils direkt mit dem Antennenanschluß verbunden.

25

Die Übertragungsfrequenz des Empfangssignals eines Mobilfunk-Systems unterscheidet sich i. d. R. von derjenigen des Sendesignals dieses Mobilfunk-Systems. Daher haben die Bandpaßfilter F1A und F1B etwas unterschiedliche  
30 Mittenfrequenzen. Im Sinne der vorliegenden Erfindung werden die nahe beieinander liegenden Sende- und Empfangsbänder desselben Mobilfunk-Systems jedoch als ein einziges Frequenzband betrachtet.

35 Im Anschluß an den Duplexer D1 (bzw. D2) ist im Empfangspfad ein LNA (low noise amplifier) V11 (bzw. V21) vorgesehen, der

zwischen dem Duplexer D1 (bzw. D2) und einem zusätzlichen Bandpaßfilter F11 (bzw. F21) geschaltet ist.

5 Im Sendepfad ist ein Leistungsverstärker V12 (bzw. V22) vorgesehen, der zwischen den Duplexer D1 (bzw. D2) und einen zusätzlichen Bandpaßfilter F12 (bzw. F22) geschaltet ist.

10 In Signalpfaden des erfindungsgemäßen Frontendmoduls kann der Empfangspfad RX und/oder der Sendepfad TX zur Führung eines symmetrischen Signals vorgesehen sein. Die Balun-Funktionalität kann z. B. in der Duplexerschaltung D1 bzw. D2 integriert sein.

15 Neben den in den Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren vorgestellten Verwirklichungen der Erfindung sind noch eine Reihe weiterer Kombinationen denkbar, die durch Weglassen einzelner Komponenten oder durch Kombination einzelner Komponenten der beschriebenen Ausführungsbeispiele erhalten werden können.



## Patentansprüche

1. Frontendschaltung (DX) für zumindest zwei Mobilfunk-  
Systeme mit voneinander unterschiedlichen  
5 Frequenzbändern, wobei jedem Mobilfunk-System ein  
Frequenzband zugeordnet ist,
  - mit einem gemeinsamen, eingangsseitig angeordneten  
Antennenanschluß ( $ANT_{in}$ ),
  - mit zumindest zwei mit dem Antennenanschluß ( $ANT_{in}$ )  
10 elektrisch verbundenen, parallel zueinander angeordneten  
Signalpfaden ( $RX1$ ,  $RX2$ ), wobei ein Signalpfad einem  
Mobilfunk-System zugeordnet ist, und
  - mit ausgangsseitig angeordneten, für jeden Signalpfad  
individuellen elektrischen Toren ( $RX1_{out}$ ,  $RX2_{out}$ ), die mit  
15 Nachstufen-Schaltungen verschaltbar sind,  
wobei jedem Signalpfad ( $RX1$ ,  $RX2$ ) ein eigenes Frequenzband  
zugeordnet ist,  
wobei in jedem Signalpfad ( $RX1$ ,  $RX2$ ) ein Bandpaßfilter ( $F1$ ,  
 $F2$ ) angeordnet ist,  
20 wobei das Bandpaßfilter ( $F1$ ,  $F2$ ) im Wesentlichen Dünnschicht-  
Resonatoren ( $RE$ ) enthält und direkt mit dem Antennenanschluß  
verbunden ist.
2. Frontendschaltung nach Anspruch 1,  
25 bei der in zumindest einem der Signalpfade ( $RX1$ ,  $RX2$ ) ein  
Balun geschaltet ist.
3. Frontendschaltung nach Anspruch 2,  
bei der der Balun in zumindest einem der Signalpfade  
30 ( $RX1$ ,  $RX2$ ) zwischen dem Bandpaßfilter ( $F1$ ,  $F2$ ) und den  
elektrischen Toren ( $RX1_{out}$ ,  $RX2_{out}$ ) geschaltet ist.
4. Frontendschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
bei der das Bandpaßfilter ( $F1$ ,  $F2$ ) eine Balun-  
35 Funktionalität aufweist.

5. Frontendschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
bei der zumindest zwei der Dünnschicht-Resonatoren  
aufeinander gestapelt und/oder miteinander akustisch  
verkoppelt sind und dabei einen zusammengesetzten  
5 Resonator bilden.
6. Frontendschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
die eine Trennung von Frequenzbändern mit einer Selektion  
von mindestens 20 dB gewährleistet.
- 10 7. Frontendschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
bei der in zumindest einem der Signalpfade (RX1, RX2)  
mehrere zu einem Duplexer (D1, D2) verschaltete  
Bandpaßfilter (F1, F2) mit Dünnschicht-Resonatoren  
15 angeordnet sind,  
wobei dieser Signalpfad (RX1, RX2) einen Empfangspfad  
(RX) und einen Sendepfad (TX) aufweist.
8. Frequenzweichen-Modul nach Anspruch 7,  
20 bei dem dem Duplexer (D1, D2) im Empfangspfad (RX) ein  
LNA (V1) und/oder im Sendepfad (TX) ein  
Leistungsverstärker (V2) nachgeschaltet ist.
9. Frequenzweichen-Modul nach Anspruch 7 oder 8,  
25 bei dem dem Duplexer (D1, D2), dem LNA (V1) und/oder dem  
Leistungsverstärker (V2) ein weiteres Bandpaßfilter (F11,  
F21) nachgeschaltet ist.
10. Frequenzweichen-Modul nach einem der Ansprüche 7 bis 9,  
30 bei dem in zumindest einem der Signalpfade (RX1, RX2),  
der Empfangspfad (RX) und/oder der Sendepfad (TX) zur  
Führung eines symmetrischen Signals vorgesehen sind.

## Zusammenfassung

### Frontendschaltung

- 5 Die Erfindung betrifft eine für mehrere Mobilfunk-Systeme geeignete Frontendschaltung zur Trennung verschiedener Frequenzbänder. Die Trennung der Frequenzbänder erfolgt erfindungsgemäß durch in parallelen Signalpfaden geschaltete
- 10 ausgeführt sind, die aufgrund ihrer hohen Güte eine hohe Selektion zwischen den Frequenzbändern ermöglichen.

Figur 2

Fig 1a

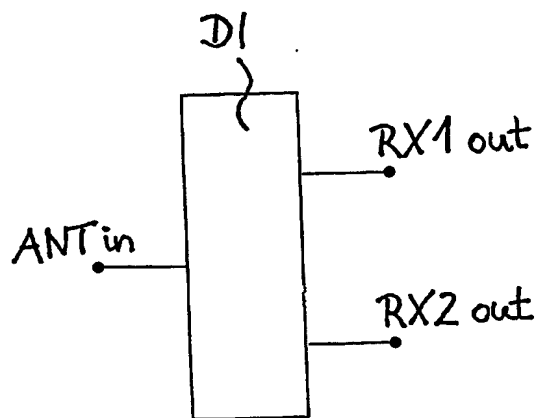


Fig 2

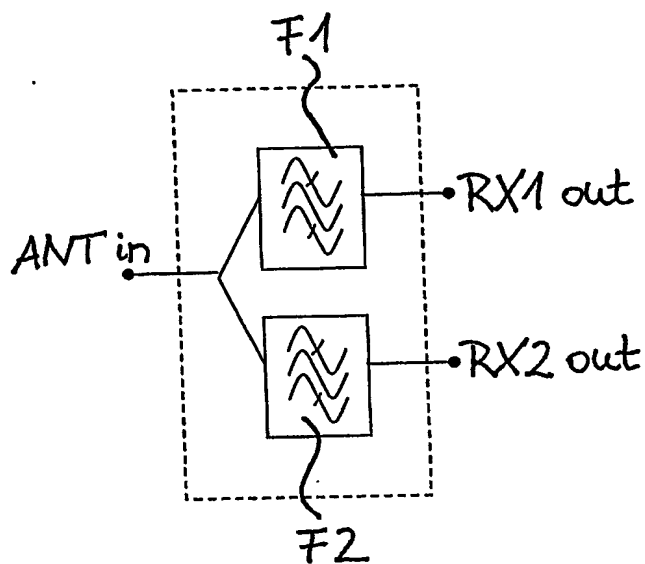
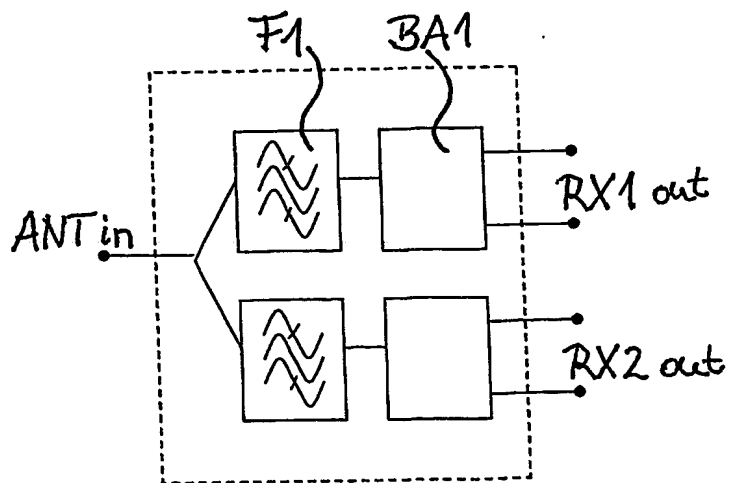


Fig 3



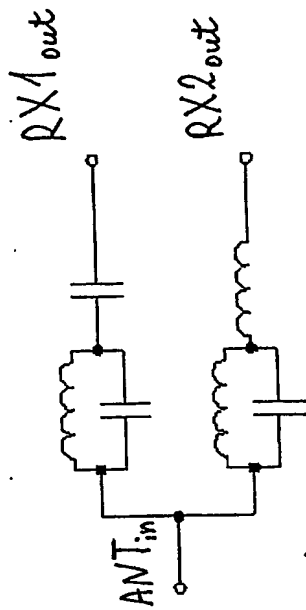


Fig. 1b

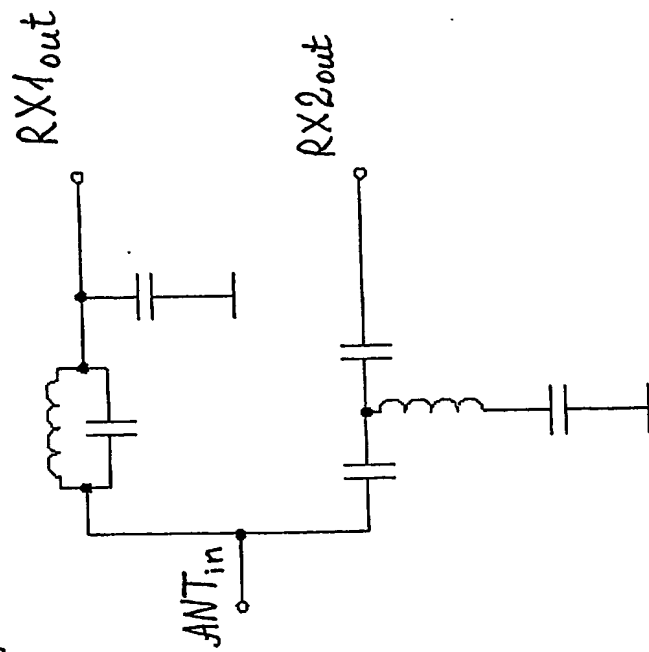


Fig. 1c

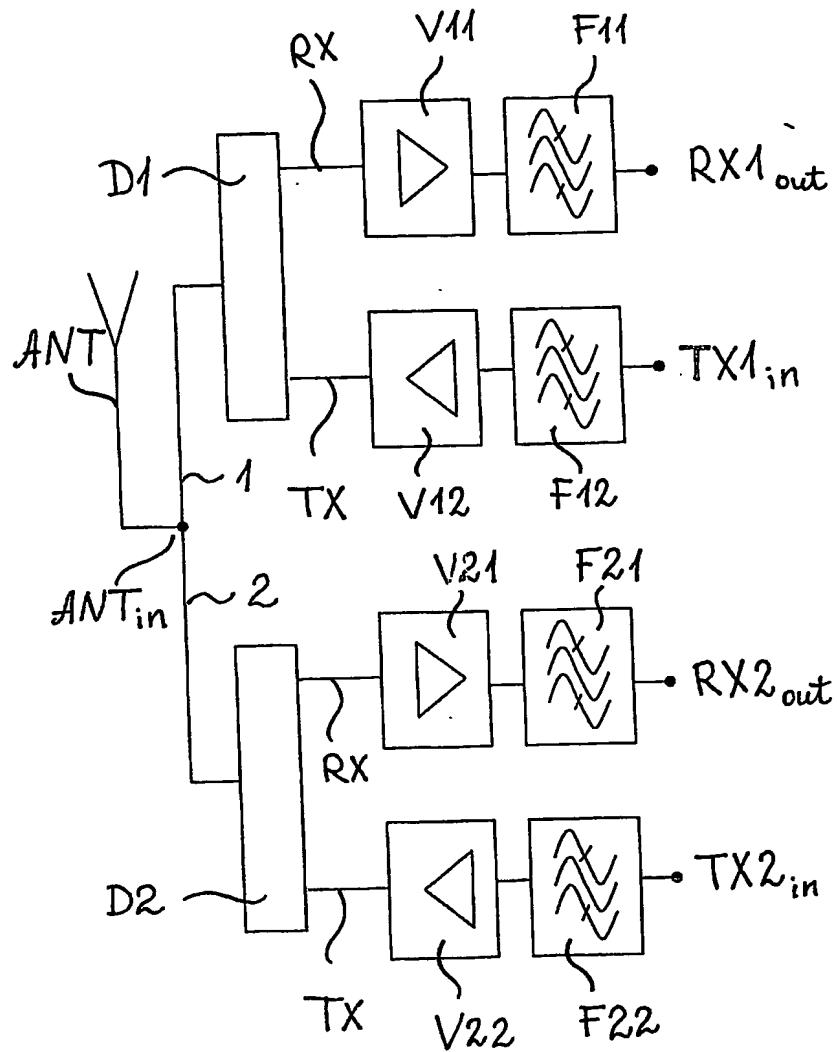


Fig. 4

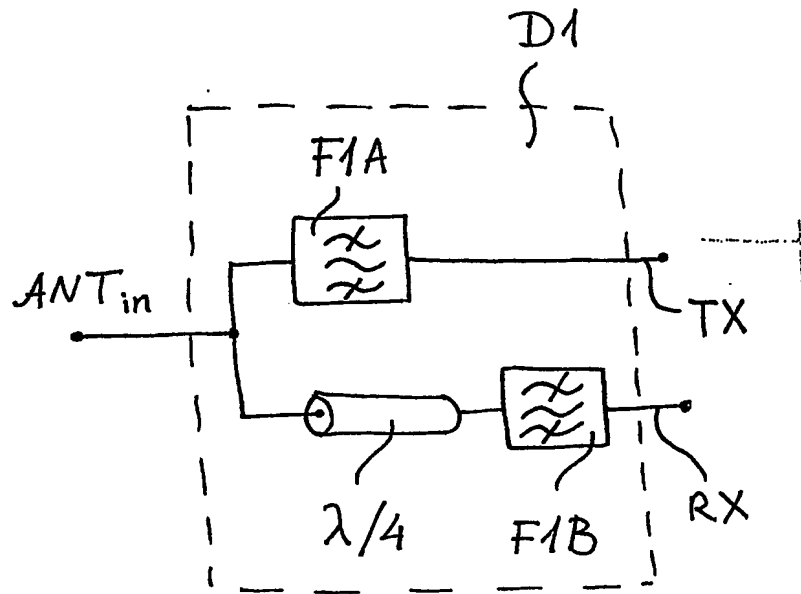
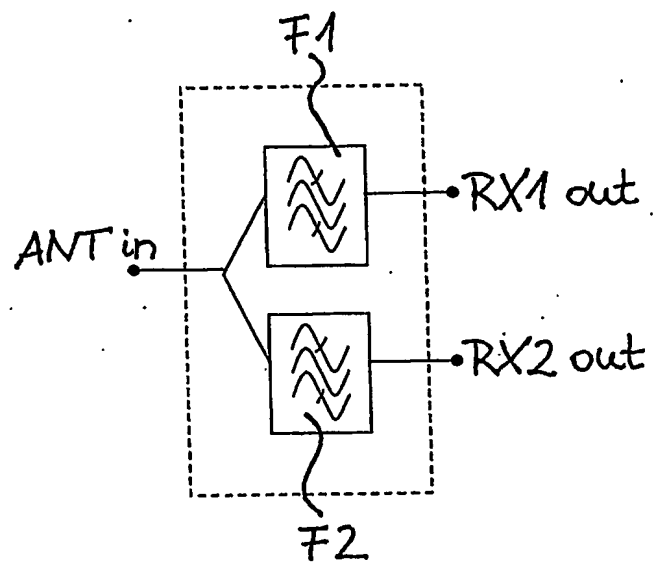


Fig. 5

PZ003,0070





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**